

PN - DE4334279 A 19950413  
 PD - 1995-04-13  
 PR - DE19934334279 19931008  
 OPD - 1993-10-08  
 TI - All-wheel steering control system  
 AB - The invention relates to an all-wheel steering control system for vehicles with steerable front and rear wheels (VL, VR, HL, HR), a steering wheel ( 14), a servo-steering device ( 11), hydraulic cylinders ( 12) which are arranged at the front and rear wheels in order to set the wheel-lock steering angle ( beta v, beta h) and are connected to one another via control valves (A, B, C), and steering-mode selection switches ( 1 to 4) for selecting a mode of steering: front-wheel steering, rear-wheel steering, all-wheel steering or synchronous steering. A swivel angle sensor ( 9V, 9H) is arranged at each of the front wheels and rear wheels (V, H), which sensors ( 9V, 9H) feed their signals corresponding to the wheel-lock steering angles ( beta v, beta h) to an electronic control device ( 8) which also receives steering-mode selection signals. At the change from an old steering mode into a newly selected steering mode, a change-over correction steering mode which changes the old steering mode into the newly selected one is switched on by the control device ( 8), using the control valves (A, B, C).  
 <IMAGE>

IN - FITZNER WERNER DIPL ING (DE), BRUNS NORBERT (DE)  
 PA - CLAAS OHG (DE)  
 EC - B62D7/15B ; B62D7/15G ; B62D7/14S  
 IC - B62D6/00 ; B62D15/02 ; B62D7/14  
 CT - DE4203867 A1 [ ]; DE4006149 A1 [ ]; DE3830845 A1 [ ];  
 DE3728678 A1 [ ]; DE3635120 A1 [ ]; DE3413007 A1 [ ];  
 DE2432318 A1 [ ]; AT31685B B [ ]; US4893689 A [ ];  
 EP0345555 A2 [ ]; WO9313972 A1 [ ]

© WPI / DERWENT

TI - Vehicle all-wheel steering controller with four modes e.g. for tractor - establishes transition correction by co-operation of electromagnetic valves when change is commanded from one mode to another  
 PR - DE19934334279 19931008  
 PN - DE4334279 A1 19950413 DW199520 B62D6/00 012pp  
 PA - (CLAA ) CLAAS OHG BESCHRAENKT HAFTENDE OHG  
 IC - B62D6/00 ;B62D7/14 ;B62D15/02  
 IN - BRUNS N; FITZNER W  
 AB - DE4334279 The steering angles (beta v, beta h) of front and rear wheels of a vehicle (VL,VR;HL,HR) are adjusted by hydraulic cylinders (12) interconnected by electromagnetic control valves (A-C) in response to steering-mode selection switches (1-4).  
 - The angles are measured by sensors (9V,9H) connected to the electronic controller (8) which is based on a microprocessor with working and program memory ( 8A). Two of the valves (A,B) are combined into a four-port three-position valve. The remaining one

(C) is a four-port two-position valve.

- ADVANTAGE - The steering can be switched between front-wheel, rear-wheel and four-wheel modes automatically and safely without manual straightening or interruption of the drive.

- (Dwg. 1/15)

OPD - 1993-10-08

AN - 1995-147980 [20]



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift  
10 DE 43 34 279 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
B 62 D 6/00  
B 62 D 15/02  
B 62 D 7/14

21 Aktenzeichen: P 43 34 279.5  
22 Anmeldetag: 8. 10. 93  
43 Offenlegungstag: 13. 4. 95

DE 43 34 279 A 1

71 Anmelder:  
Claas OHG beschränkt haftende offene  
Handelsgesellschaft, 33428 Harsewinkel, DE

74 Vertreter:  
Hanewinkel, L., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 33102  
Paderborn

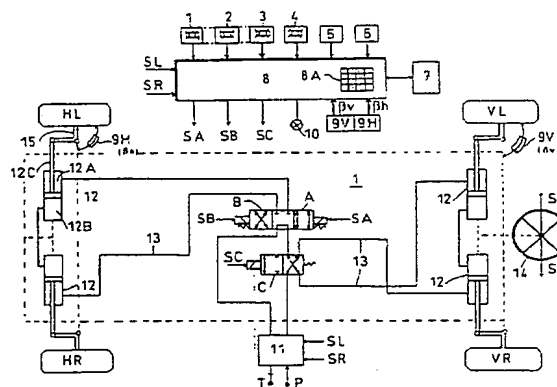
72 Erfinder:  
Fitzner, Werner, Dipl.-Ing., 48336 Sassenberg, DE;  
Brunns, Norbert, 48336 Sassenberg, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	42 03 867 A1
DE	40 06 149 A1
DE	38 30 845 A1
DE	37 28 678 A1
DE	36 35 120 A1
DE	34 13 007 A1
DE	24 32 318 A1
AT-E	31 685 B
US	48 93 689
EP	03 45 555 A2
WO	93 13 972 A1

54 Allrad-Lenkungssteuerung

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Allrad-Lenksteuerung für Fahrzeuge mit lenkbaren Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR), einem Lenkrad (14), einer Servolenkeinrichtung (11), Hydraulikzylindern (12), welche an den Vorder- und Hinterrädern zur Einstellung der Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) angeordnet sind, und über Steuerventile (A, B, C) miteinander verbunden sind, und Lenkungsart-Wahlschaltern (1 bis 4) zum Anwählen einer Lenkungsart: Vorderradlenkung, Hinterradlenkung, Allradlenkung oder Synchronlenkung. An den Vorder- und Hinterrädern (V, H) ist jeweils ein Schwenkwinkelsensor (9V, 9H) angeordnet, welche ihre den Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) entsprechenden Signale einer elektronischen Steuereinrichtung (8) zuführen, welche außerdem Lenkungsart-Wahlsignale empfängt. Beim Wechsel von einer alten Lenkungsart in eine neu angewählte Lenkungsart wird von der Steuereinrichtung (8) durch die Steuerventile (A, B, C) eine Übergangskorrektur-Lenkungsart, welche die alte Lenkungsart in die neu angewählte überführt, eingeschaltet.



DE 43 34 279 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 02. 95 508 015/158

14/32

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Allrad-Lenkungssteuerung für Fahrzeuge mit lenkbaren Vorder- und Hinterrädern, insbesondere für solche Fahrzeuge, die in der Land- und Bauwirtschaft eingesetzt werden, wie z. B. Schlepper.

Mit diesen Fahrzeugen sind vier verschiedene Lenkungsarten möglich. Die jeweilige Lenkungsart wird vom Fahrer je nach Einsatzbereich und Lenksituation entsprechend gewählt. Die Lenkung erfolgt über ein Lenkrad, eine Servolenkeinrichtung und Hydraulikzylinder, die an den Vorder- und Hinterrädern angeordnet sind.

In einer ersten Lenkungsart (Vorderrad-Lenkung) werden nur die Vorderräder eingeschlagen, während die Hinterräder in Geradeausstellung verbleiben; in einer zweiten Lenkungsart (Hinterrad-Lenkung) werden nur die Hinterräder eingeschlagen, während die Vorderräder in Geradeausstellung verbleiben; in einer dritten Lenkungsart (Allrad-Lenkung) werden die Vorder- und Hinterräder gegensinnig eingeschlagen, und in einer vierten Lenkungsart (Synchron-Lenkung) werden die Vorder- und Hinterräder gleichsinnig eingeschlagen.

Die Vorderrad-Lenkung wird üblicherweise auf normalen Strecken benutzt. Hinterrad- und Allrad-Lenkung werden bevorzugt dort eingesetzt, wo Lenkbewegungen auf kleinem Raum durchzuführen sind, z. B. beim Rangieren, da sie einen kleineren Wendekreis des Fahrzeuges bewirken.

Die Synchron-Lenkung ist dagegen besonders gut geeignet z. B. für Schlepper, die mit einem Anhänger an einem abschüssigen Hanggelände fahren. Eine unerwünschte Änderung der Lenkbewegungsrichtung durch ein Abrutschen der Hinterachse wird in der Synchron-Lenkungsart durch die gleichsinnig eingeschlagenen Vorder- und Hinterräder vermieden.

In dem Handbuch der Firma Sanderson ("Operator Handbook for Teleporter") ist ein Fahrzeug mit solchen Lenkungsarten und einem Lenkungsart-Wahlschalter beschrieben. Ein Wechsel von einer Lenkungsart in eine andere ist bei diesem Fahrzeug nur im Stillstand möglich. Außerdem ist es für einen Lenkungsartwechsel erforderlich, daß Vorder- und Hinterräder zuvor durch ein manuelles Lenkmanöver in Geradeausstellung gebracht werden. Für einen Lenkungsart-Wechsel ist bei diesem Fahrzeug immer eine Fahrtunterbrechung notwendig. Befinden sich die Vorder- und Hinterräder nicht in Geradeausstellung, muß der Fahrer den Lenkungsart-Wahlschalter in eine Korrekturstellung bringen und dann durch Drehen des Lenkrades die Geradeausstellung der Räder bewirken. Da der Fahrer nach einem komplizierten Lenkmanöver aber oft die jeweiligen Radstellungen nicht kennt, ist die Bewirkung der Geradeausstellung eine aufwendige und für den Fahrer oft nervenaufreibende Angelegenheit.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Lenkungssteuerung für Fahrzeuge mit lenkbaren Vorder- und Hinterrädern zu schaffen, die in sicherer Weise einen automatischen Wechsel von einer Lenkungsart in eine andere Lenkungsart, ohne die Vorder- und Hinterräder zuvor manuell in Geradeausstellung zu bringen, und ohne Fahrtunterbrechung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Die sich daran anschließenden Unteransprüche stellen vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung dar.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist an den Vorder- und Hinterrädern des Fahrzeuges je ein Schwenkwinkelsensor angeordnet, welche einer elektronischen Steuereinrichtung den Vorderradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ) und den Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ) zuführen, wobei diese für Geradeauslauf zu Null normiert und gleichsinnig bewertet werden. Außerdem empfängt die Steuereinrichtung Lenkungsart-Wahlsignale von Lenkungsart-Wahlschaltern. In der Steuereinrichtung wird nun die Lenkrichtungstendenz (zunehmend rechts oder links) aus der jeweiligen zeitlichen Änderung der Radeinschlag-Lenkwinkel-Differenz ( $\beta_v - \beta_h$ ) und des vorderen Radeinschlag-Lenkwinkels ( $\beta_v$ ) ermittelt. Die Steuereinrichtung (8) kann die Lenkrichtungstendenz aber auch unmittelbar als Lenksignale empfangen.

Beim Wechsel von einer alten Lenkungsart in eine neu angewählte Lenkungsart ergeben sich in Bezug auf die jeweils neu angewählte Lenkungsart jeweils entsprechende Fehlerwinkel. Die Steuereinrichtung schaltet nun bei einer neu angewählten Lenkungsart in Abhängigkeit vom jeweiligen Fehlerwinkel und der jeweiligen aktuellen Lenkrichtungstendenz eine Übergangskorrektur-Lenkungsart, welche die alte Lenkungsart in die neu angewählte überführt, zur Verringerung des Fehlerwinkels ein.

Dies erfolgt über die Ansteuerung von Steuerventilen, welche die Hydraulikzylinder an den Vorder- und Hinterrädern dann entsprechend untereinander und mit der Servolenkeinrichtung verbinden. Wenn der Fehlerwinkel gleich Null ist, schaltet die Steuereinrichtung die angewählte Lenkungsart ein.

Mit dieser Allrad-Lenkungssteuerung ist eine automatische Umschaltung von einer Lenkungsart in eine andere ohne manuelle Korrektur der Radeinschlag-Lenkwinkel und ohne Fahrtunterbrechung möglich. Dies erspart dem Fahrer nervenaufreibende manuelle Korrekturlenkungen, Zeit und erhöht die Sicherheit.

Mit dieser Lenkungssteuerung sind auch Fehlerwinkel, die z. B. durch Ölverluste an den Hydraulikzylindern entstehen, korrigierbar.

Um die Sicherheit noch zu erhöhen, empfängt die Steuereinrichtung Fahrgeschwindigkeitssignale und schaltet, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen vorbestimmbaren Wert überschreitet, automatisch unter Korrektur des Fehlerwinkels in die sichere Vorderradlenkung um. Alternativ dazu beschränkt die Steuereinrichtung die Fahrzeuggeschwindigkeit über eine Motor- und Getriebesteuerung auf einen für die jeweilige Lenkungsart vorbestimmten Maximalwert.

Auf den Zeichnungen ist ein Ausführungsbeispiel dargestellt, welches nachfolgend näher erläutert wird. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Draufsicht auf ein Fahrzeug mit lenkbaren Vorder- und Hinterrädern, Lenkrad, Hydrauliksteuerung und elektronischer Steuereinrichtung,

Fig. 2 und Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug in der Vorderrad-Lenkungsart, mit nach links und rechts eingeschlagenen Vorderrädern,

Fig. 4 und Fig. 5 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug in der Hinterrad-Lenkungsart, mit nach links und rechts eingeschlagenen Hinterrädern,

Fig. 6 und Fig. 7 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug in der Allrad-Lenkungsart,

Fig. 8 und Fig. 9 eine schematische Draufsicht auf das Fahrzeug in der Synchron-Lenkungsart,

Fig. 10 bis Fig. 12 eine schematische Draufsicht auf ein Fahrzeug in der Hinterrad-Lenkungsart; beim Übergang von der Hinterrad-Lenkung in die Vorderradlenkungsart; und in der Vorderrad-Lenkungsart,

Fig. 13 bis Fig. 15 eine schematische Draufsicht auf ein Fahrzeug in der Allrad-Lenkungsart, mit fehlerhaft voneinander abweichenden Vorder- und Hinterradeinschlag-Lenkswinkeln, bei der Lenkwinkelkorrektur; und nach erfolgter Lenkwinkelkorrektur.

In Fig. 1 ist schematisch ein Fahrzeug (1) mit lenkbaren Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR), einem Lenkrad (14), einer Servolenkeinrichtung (11) und Hydraulikzylindern (12), welche an den Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR) zur Einstellung der jeweiligen Radeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) angeordnet sind, dargestellt. Die Servolenkeinrichtung (11) schaltet je nach Lenkradeinschlag die Verbindung von Hydraulikleitungen (13) zu einer Hydraulikölpumpe (P) und einem Hydrauliköltank (T).

Das Fahrzeug (1) weist über Lenkungsart-Wahlschalter (1—4) elektromagnetisch betätigbare Steuerventile (A, B, C) auf, welche die Hydraulikzylinder (12) an den Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR) über die Hydraulikleitungen (13) derart mit der Servolenkeinrichtung (11) und untereinander verbinden, daß bei einem Lenkradeinschlag

- in einer ersten Lenkungsart (Vorderrad-Lenkung) nur die Vorderräder (VL, VR) eingeschlagen werden, während die Hinterräder in Neutralstellung verbleiben,
- in einer zweiten Lenkungsart (Hinterrad-Lenkung) nur die Hinterräder (HR, HL) eingeschlagen werden, während die Vorderräder (VR, VL) in Neutralstellung verbleiben,
- in einer dritten Lenkungsart (Allradlenkung) die Vorder- und Hinterräder gegensinnig eingeschlagen werden
- und in einer vierten Lenkungsart (Synchronlenkung) die Vorder- und Hinterräder (VL, VR, HL, HR) gleichsinnig eingeschlagen werden.

Erfindungsgemäß ist an den Vorder- und Hinterrädern (V, H) je ein Schwenkwinkelsensor (9V, 9H) angeordnet. Die elektrischen Signale dieser Schwenkwinkelsensoren (9V, 9H), welche den Radeinschlag-Lenkswinkeln ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) entsprechen, sind einer elektronischen Steuereinrichtung (8) eingangsseitig zugeführt. Die Radeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) sind für Geradeauslauf bezogen auf die Fahrzeug-Längsrichtung zu Null normiert und werden gleichsinnig bewertet. Ein Vorderradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_v > 0$ ) größer als Null bedeutet, daß die Vorderräder nach links eingeschlagen sind; entsprechend bedeutet ein Vorderradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_v < 0$ ) kleiner als Null, daß die Vorderräder (VL, VR) nach rechts eingeschlagen sind.

Ein Hinterrad-Einschlag-Lenkswinkel ( $\beta_h > 0$ ) größer als Null bedeutet, daß die Hinterräder (HL, HR) nach links eingeschlagen sind; entsprechend bedeutet ein Hinterrad-Lenkswinkel ( $\beta_h < 0$ ) kleiner als Null, daß die Hinterräder (HL, HR) nach rechts eingeschlagen sind.

Die Steuereinrichtung (8), welche von einem Mikroprozessor mit Arbeits- und Programmspeicher (8A) gebildet ist, empfängt außer den Radeinschlag-Lenkswinkeln ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) zusätzlich Lenkungsart-Wahlsignale von den Lenkungsart-Wahlschaltern (1—4). Die Steuereinrichtung (8) ermittelt die jeweilige Lenkrichtungstendenz (zunehmende Lenkrichtungstendenz nach rechts oder links) aus der jeweiligen zeitlichen Änderung der Radeinschlag-Lenkswinkel-Differenz ( $\beta_v - \beta_h$ ) und des vorderen Radeinschlag-Lenkswinkels ( $\beta_v$ ).

In einer alternativen Variante empfängt die Steuereinrichtung (8) die jeweilige Lenkrichtungstendenz als Lenksignale (SL, SR), diese können von einem am Lenkrad (14) angeordneten Lenkwinkelgeber (nicht dargestellt) oder von Drucksensoren (nicht dargestellt) an den Hydraulikzylindern (12) stammen.

Beim Anwählen einer neuen Lenkungsart entsprechen die im Moment des Anwählens noch aktuellen Radeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) nicht der neu angewählten Lenkungsart.

Für jede angewählte Lenkungsart ist ein jeweiliger Fehlerwinkel ( $\beta_1 - \beta_4$ ) bestimmt. Bei angewählter Vorderrad-Lenkung ist der Fehlerwinkel ( $\beta_1$ ) gleich dem Hinterradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_1 = \beta_h$ ); bei angewählter Hinterrad-Lenkung ist der Fehlerwinkel ( $\beta_2$ ) gleich dem Vorderradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_2 = \beta_v$ ); bei angewählter Allrad-Lenkung ist der Fehlerwinkel ( $\beta_3$ ) gleich der Winkelsumme aus Vorderrad- und Hinterradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_3 = \beta_v + \beta_h$ ); bei angewählter Synchron-Lenkung ist der Fehlerwinkel ( $\beta_4$ ) gleich der Winkeldifferenz aus Vorderrad- und Hinterradeinschlag-Lenkswinkel ( $\beta_4 = \beta_v - \beta_h$ ).

Die Steuereinrichtung (8) stellt nun immer dann, wenn ein jeweiliger Fehlerwinkel ( $\beta_1 - \beta_4$ ) ungleich Null ist jeweils in Abhängigkeit von der Lenkrichtungstendenz eine solche Verknüpfung der Hydraulikzylinder (12) über die Steuerventile (A, B, C) mittels von Steuersignalen (SA, SB, SC) her, die jeweils eine Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_1 - \beta_4$ ) erbringt. Wenn der Fehlerwinkel gleich Null ist, wird die jeweils gewählte Lenkungsart durch entsprechende Steuerventilansteuerung von der Steuereinrichtung (8) erbracht.

Von der Steuereinrichtung (8) wird somit bei Wechsel von einer Lenkungsart in eine andere, neu angewählte Lenkungsart automatisch eine Übergangskorrektur-Lenkung eingeschaltet, welche die alte Lenkungsart in die neue überführt. Der Fahrer muß das Fahrzeug für den Lenkungsart-Wechsel nicht anhalten und kann weiter lenken. Während des Korrekturvorganges wird dem Fahrer über eine Warnlampe (10) oder ein akustisches Signal, welche von der Steuereinrichtung (8) ein- und abgeschaltet werden, angezeigt, daß die neu angewählte Lenkungsart noch nicht eingeschaltet ist.

Die Steuereinrichtung (8) ist so programmiert, daß sie zur Verringerung des Fehlerwinkels bei angewählter Vorderrad-Lenkung und einem Fehlerwinkel ( $\beta_1 = \beta_h > 0$ ) größer als Null und einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Synchron-Lenkungsart einschaltet, während sie bei zunehmender Lenkrichtungs-

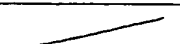
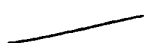
tendenz nach links die Allrad-Lenkungsart einschaltet. Bei angewählter Vorderrad-Lenkung und einem Fehlerwinkel ( $\beta_1 = \beta_h < 0$ ) kleiner als Null schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Allrad-Lenkungsart ein, während sie bei zunehmender Lenkrichtungstendenz nach links die Synchron-Lenkungsart einschaltet.

Bei angewählter Hinterrad-Lenkungsart und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_2 = \beta_v > 0$ ) größer als Null schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_2$ ) ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die unmittelbar angewählte Hinterrad-Lenkungsart einschaltet. Bei angewählter Hinterrad-Lenkungsart und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_2 = \beta_v < 0$ ) kleiner als Null schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts unmittelbar die angewählte Hinterrad-Lenkungsart ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_2$ ) einschaltet.

Bei angewählter Allrad-Lenkungsart schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_3 = (\beta_v + \beta_h) > 0$ ) größer als Null und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Hinterrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) einschaltet. Bei angewählter Allrad-Lenkungsart und einem Fehlerwinkel ( $\beta_3 = (\beta_v + \beta_h) < 0$ ) kleiner als Null schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Hinterrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) einschaltet.

Bei angewählter Synchron-Lenkungsart schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_4 = (\beta_v - \beta_h) > 0$ ) größer als Null und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Hinterrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) einschaltet. Bei angewählter Synchron-Lenkungsart und einem Fehlerwinkel ( $\beta_4 = (\beta_v - \beta_h) < 0$ ) kleiner als Null schaltet die Steuereinrichtung (8) bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Hinterrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) ein, während sie bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) einschaltet.

Die oben beschriebenen Fehlerwinkel-Korrekturverfahren sind in der nachstehenden Tabelle übersichtlich zusammengefaßt. Diese Tabelle ist auch in Speicheradressen eines elektronischen Speichers (8A) der Steuereinrichtung (8) abgelegt.

Von der Steuereinrichtung eingeschaltete Korrekturlenkungsart				
Angewählte Lenkungsart	Vorzeichen des Fehlerwinkels	zunehmende Lenkrichtungstendenz nach rechts	zunehmende Lenkrichtungstendenz nach links	Definition des Fehlerwinkels
Vorderrad-Lenkung	$\beta_1 > 0$	Synchronlenkung	Allrad-Lenkung	$\beta_1 = \beta_h$
	$\beta_1 < 0$	Allrad-Lenkung	Synchronlenkung	
Hinterrad-Lenkung	$\beta_2 > 0$	Vorderrad-Lenkung		$\beta_2 = \beta_v$
	$\beta_2 < 0$		Vorderrad-Lenkung	
Allrad-Lenkung	$\beta_3 > 0$	Vorderrad-Lenkung	Hinterrad-Lenkung	$\beta_3 = \beta_v + \beta_h$
	$\beta_3 < 0$	Hinterrad-Lenkung	Vorderrad-Lenkung	
Synchronlenkung	$\beta_4 > 0$	Vorderrad-Lenkung	Hinterrad-Lenkung	$\beta_4 = \beta_v - \beta_h$
	$\beta_4 < 0$	Hinterrad-Lenkung	Vorderrad-Lenkung	

In der Vorderrad-Lenkungsart sind alle Steuerventile (A, B, C) im stromlosen Zustand. Bei einem eventuellen Stromausfall wird so automatisch die sichere Vorderrad-Lenkung eingeschaltet. In dieser Lenkungsart sind nur die Druckkammern (12A, 12B) der Hydraulikzylinder (12) an den Vorderrädern (VL, VR) mit dem Hydrauliköltank und/oder der Ölpumpe verbunden, während die Hydraulikleitungen (13) zu den Druckkammern (12A, 12B) der Hydraulikzylinder (12) an den Hinterrädern (HL, HR) abgesperrt sind. Je nach Lenkrichtungstendenz schlagen die Kolben (12C) der vorderen Hydraulikzylinder (12) nun über die Lenkgestänge (15) die Vorderräder

(VL, VR) rechts- oder linksherum ein.

Die Steuerventile (A) und das Steuerventil (B) sind in einem 4/3 Wege-Ventil integriert. Das Steuerventil (C) ist von einem 4/2 Wege-Ventil gebildet.

In der Hinterrad-Lenkungsart sind das Steuerventil (A) und das Steuerventil (C) über die Steuersignale (SA, SC) betätigt. Die Hydraulikleitungen zu den Druckkammern (12A, 12B) der vorderen Hydraulikzylinder (12) sind abgesperrt. Die Druckkammern (12A, 12B) der hinteren Hydraulikzylinder (12) sind dann mit dem Hydrauliköltank (T) und/oder der Ölpumpe (P) verbunden.

In der Allrad-Lenkungsart ist das Steuerventil (A) betätigt, während die beiden anderen Steuerventile (B, C) nicht bestromt sind. In den Druckkammern (12A, 12B) sich jeweils diagonal gegenüberliegender Hydraulikzylinder (12) wird nun in gegensinniger Richtung Druck auf- und abgebaut.

In der Synchron-Lenkungsart ist das Steuerventil (B) betätigt, während die beiden anderen Steuerventile (A, C) nicht bestromt sind. In den Druckkammern (12A, 12B) sich jeweils diagonal gegenüberliegender Hydraulikzylinder (12) wird nun in gleichsinniger Richtung Druck auf- und abgebaut.

In den Fig. 10 bis 12 ist schematisch ein Lenkungsartwechsel von der Hinterrad-Lenkung in die Vorderrad-Lenkung dargestellt. In der Ausgangsstellung (Fig. 10) sind die Hinterräder (HL, HR) nach rechts eingeschlagen und der Hinterrad-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ), welcher bei angewählter Vorderrad-Lenkung gleich dem Fehlerwinkel ( $\beta_1$ ) ist, ist kleiner als Null. Nun wird vom Fahrer die Vorderrad-Lenkungsart angewählt, und er lenkt zunehmend nach rechts. Die Steuereinrichtung (8) schaltet nun zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_1$ ) die Allrad-Lenkung als Übergangskorrektur-Lenkung ein (Fig. 11). Während des Korrekturvorganges leuchtet die Warnlampe (10). Wenn der Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ) gleich Null ist, schaltet die Steuereinrichtung (8) die angewählte Vorderrad-Lenkung ein und die Warnlampe (10) erlischt.

Mit dieser Lenkungssteuerung sind auch Fehlerwinkel, die z. B. durch Ölverluste an den Hydraulikzylindern (12) entstehen, zu korrigieren. Ein Beispiel dafür ist in den Fig. 13 bis 15 schematisch dargestellt. Die von dem Fahrer angewählte Lenkungsart ist die Allrad-Lenkung. Zunächst arbeiten die Hydraulikzylinder (12) hinten und vorne fehlerfrei und der Vorderradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ) ist gleich dem negativen Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ). Durch ein Leck an den hinteren Hydraulikzylindern (12) verringert sich nun der Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ). Die Steuereinrichtung (8) registriert nun einen Fehlerwinkel ( $\beta_3 = \beta_v + \beta_h$ ) größer als Null. Bei einer nach links zunehmenden Lenkrichtungstendenz schaltet die Steuereinrichtung (8) nun die Hinterrad-Lenkung zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) ein (Fig. 14).

Aus Sicherheitsgründen ist die Lenkungssteuerung so ausgelegt, daß sie auch noch die Fahrzeuggeschwindigkeit berücksichtigt. Dazu empfängt die Steuereinrichtung (8) Fahrgeschwindigkeitssignale eines am Fahrzeug (1) angeordneten Fahrgeschwindigkeitssensors (5). In einer ersten Sicherheitsstrategie schaltet die Steuereinrichtung (8) immer dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen vorbestimmbaren Wert überschreitet, automatisch unter Korrektur des Fehlerwinkels ( $\beta_1$ ) in die sichere Vorderrad-Lenkung um. In einer zweiten Sicherheitsstrategie begrenzt die Steuereinrichtung (8) über eine Motor- und/oder Getriebesteuerung (7) die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (1) in jeder Lenkungsart bis auf einen für die jeweilige Lenkungsart vorbestimmten Maximalwert.

Die Lenkungsart-Wahlschalter für die Vorderrad-, Hinterrad- und Allrad-Lenkungsart sind vorzugsweise in einem Drehschalter integriert. Der Lenkungsart-Wahlschalter für die Synchron-Lenkungsart ist von einem gesonderten, verriegelbaren Schalter gebildet. Außerdem ist die Steuereinrichtung (8) über einen Verriegelungsschalter (6) auf manuellen Betrieb umschaltbar.

Die Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) werden auf einer Ausgabetafel (nicht dargestellt) (LCD-Anzeige, Zeigerinstrument) zur Anzeige gebracht.

Bei einer Drehung der Fahrerkabine (nicht dargestellt) des Fahrzeuges (1) um  $180^\circ$  wird dies der Steuereinrichtung (8) angezeigt, welche dann die Zuordnung der Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) jeweils zur Vorder- und Hinterachse entsprechend der Stellung der Fahrerkabine vornimmt.

In den beiden Fällen, wo bei angewählter Hinterrad-Lenkungsart keine Fehlerwinkel-Korrektur erfolgt und die Steuereinrichtung (8) direkt die angewählte Hinterrad-Lenkungsart einschaltet, wird dies dem Fahrer über die Warnlampe (10) mitgeteilt.

#### Patentansprüche

##### 1. Allrad-Lenkungssteuerung für Fahrzeuge mit

- lenkbaren Vorder- und Hinterräder (VL, VR, HL, HR),
- einem Lenkrad (14) und einer Servolenkeinrichtung (11),
- Hydraulikzylindern (12), welche an den Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR) zur Einstellung der jeweiligen Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) angeordnet sind
- und mit über Lenkungsart-Wahlschaltern (1, 2, 3, 4) betätigbaren Steuerventilen (A, B, C), welche die Hydraulikzylinder (12) an den Vorder- und Hinterrädern (VL, VR, HL, HR) je nach der Schaltstellung der Lenkungsart-Wahlschalter (1 bis 4) derart mit der Servolenkeinrichtung (11) und untereinander verbinden, daß bei einem Lenkradeinschlag
  - in einer ersten Lenkungsart (Vorderrad-Lenkung) nur die Vorderräder (VL, VR) eingeschlagen werden, während die Hinterräder in Neutralstellung verbleiben,
  - in einer zweiten Lenkungsart (Hinterrad-Lenkung) nur die Hinterräder (HR, HL) eingeschlagen werden, während die Vorderräder (VR, VL) in Neutralstellung verbleiben,
  - in einer dritten Lenkungsart (Allradlenkung) die Vorder- und Hinterräder gegensinnig eingeschlagen werden
  - und in einer vierten Lenkungsart (Synchronlenkung) die Vorder- und Hinterräder (VL, VR, HL,

HR) gleichsinnig eingeschlagen werden, dadurch gekennzeichnet, daß an den Vorder- und Hinterrädern (V, H) je ein Schwenkwinkel-Sensor (9V, 9H) angeordnet ist, die elektrische Signale, die die Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) für Geradeauslauf zur Null normieren und gleichsinnig bewertet, einer elektronischen Steuereinrichtung (8) zuführen, welche außerdem Lenkungsart-Wahlsignale von den Lenkungsart-Wahlschaltern (1—4) empfängt und die die jeweilige Lenkrichtungstendenz als Lenksignale (SL, SR) empfängt oder aus der jeweiligen zeitlichen Änderung des vorderen Radeinschlag-Lenkwinkels ( $\beta_v$ ) und/oder des hinteren Radeinschlag-Lenkwinkels ( $\beta_h$ ) ermittelt und die dann, wenn ein jeweiliger Fehlerwinkel ( $\beta_1$ — $\beta_4$ ), welcher

- bei angewählter Vorderrad-Lenkung gleich dem Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ist ( $\beta_1 = \beta_h$ ), oder
- bei angewählter Hinterrad-Lenkung gleich dem Vorderradeinschlag-Lenkwinkel ist ( $\beta_2 = \beta_v$ ), oder
- bei angewählter Allrad-Lenkung gleich der Winkelsumme aus Vorderrad- und Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ist ( $\beta_3 = \beta_v + \beta_h$ ), oder
- bei angewählter Synchronlenkung gleich der Winkeldifferenz aus Vorderrad- und Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ist ( $\beta_4 = \beta_v - \beta_h$ ), ungleich Null ist,

jeweils in Abhängigkeit von der Lenkrichtungstendenz eine solche Verknüpfung der Hydraulikzylinder (12) über die Steuerventile (A, B, C) mittels Steuersignalen (SA, SB, SC) herstellt, die jeweils eine Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_1$  bis  $\beta_4$ ) erbringt und wenn der Fehlerwinkel gleich Null ist, die jeweils gewählte Lenkungsart durch entsprechende Steuerventil-Ansteuerung erbracht wird.

2. Allrad-Lenkungssteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) bei angewählter Vorderrad-Lenkungsart

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_1 = \beta_h > 0$ ) größer als Null, wobei ein Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ) größer als Null einen Einschlag der Hinterräder (HL, HR) nach links bedeutet, und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Synchronlenkungs-Art

oder

bei einer zunehmenden Lenkungsrichtungstendenz nach links die Allrad-Lenkungsart jeweils zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_1$ ) einschaltet

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_1 = \beta_h < 0$ ) kleiner als Null, wobei ein Hinterradeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_h$ ) kleiner als Null einen Einschlag der Hinterräder (HL, HR) nach rechts bedeutet, und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Allrad-Lenkungsart bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Synchron-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_1$ ) einschaltet.

3. Allrad-Lenkungssteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) bei angewählter Hinterrad-Lenkungsart

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_2 = \beta_v > 0$ ) größer als Null, wobei ein Vorderrad-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ) größer als Null einen Einschlag der Vorderräder (VL, VR) nach links bedeutet und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_2$ )

oder

bei einer zunehmenden Lenkungsrichtungstendenz nach links unmittelbar die angewählte Hinterrad-Lenkungsart einschaltet

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_2 = \beta_v < 0$ ) kleiner als Null, wobei ein Vorderrad-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ) kleiner als Null einen Einschlag der Vorderräder (VL, VR) nach rechts bedeutet und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts unmittelbar die Hinterrad-Lenkungsart

oder

bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_2$ ) einschaltet.

4. Allrad-Lenkungssteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) bei angewählter Allrad-Lenkungsart

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_3 = (\beta_v + \beta_h) > 0$ ) größer als Null und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart

oder

bei einer zunehmenden Lenkungsrichtungstendenz nach links die Hinterrad-Lenkungsart jeweils zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) einschaltet

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_3 = (\beta_v + \beta_h) < 0$ ) kleiner als Null und bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Hinterrad-Lenkungsart
- oder bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart jeweils zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_3$ ) einschaltet.

5. Allrad-Lenkungssteuerung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) bei angewählter Synchron-Lenkungsart

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_4 = (\beta_v - \beta_h) > 0$ ) größer als Null bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Vorderrad-Lenkungsart

oder

bei einer zunehmenden Lenkungsrichtungstendenz nach links die Hinterrad-Lenkungsart jeweils zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) einschaltet

- und bei einem Fehlerwinkel ( $\beta_4 = (\beta_v - \beta_h) < 0$ ) kleiner als Null bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach rechts die Hinterrad-Lenkungsart
- oder bei einer zunehmenden Lenkrichtungstendenz nach links die Vorderrad-Lenkungsart jeweils zur Verringerung des Fehlerwinkels ( $\beta_4$ ) einschaltet.



6. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) ein Fahrgeschwindigkeitssignal eines am Fahrzeug (1) angeordneten Geschwindigkeitssensors (5) empfängt und immer dann, wenn die Fahrzeuggeschwindigkeit einen vorbestimmbaren Wert überschreitet, automatisch unter Korrektur des Fehlerwinkels ( $\beta_1$ ) in die Vorderrad-Lenkungsart umschaltet. 5
7. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) über eine Motor- und/oder Getriebesteuerung (7) die Geschwindigkeit des Fahrzeuges (1) in jeder Lenkungsart bis auf einen für die jeweilige Lenkungsart vorbestimmten Maximalwert beschränkt.
8. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) von einem Mikroprozessor mit Arbeits- und Programmspeicher gebildet ist. 10
9. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Lenkrad (14) ein Lenkwinkelgeber angeordnet ist, von dem die Steuereinrichtung (8) die die jeweilige Lenkrichtungstendenz anzeigenden Lenksignale (SL, SR) empfängt.
10. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß an den Hydraulikzylindern (12) jeweils Drucksensoren angeordnet sind, von denen die Steuereinrichtung (8) die die jeweilige Lenkrichtungstendenz anzeigenden Lenksignale (SL, SR) empfängt. 15
11. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) über einen Verriegelungsschalter (6) auf manuellen Betrieb umschaltbar ist.
12. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Lenkungsart-Wahlschalter (1, 2, 3) für die Vorderrad-, Hinterrad- und Allrad-Lenkungsart in einem Drehschalter integriert sind. 20
13. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für den Lenkungsart-Wahlschalter (4) für die Synchrolenkung ein gesonderter, verriegelbarer Schalter vorgesehen ist. 25
14. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) immer dann, wenn die Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) nicht der angewählten Lenkungsart entsprechen, eine Warnlampe (10) einschaltet.
15. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtung (8) immer dann, wenn die Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) nicht der angewählten Lenkungsart entsprechen, ein akustisches Warnsignal einschaltet. 30
16. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerventile (A, B, C) von elektromagnetisch betätigbaren Wegeventilen gebildet sind.
17. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerventile (A, B, C) im stromlosen Zustand die Vorderrad-Lenkung einschalten. 35
18. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuervorrichtung (8) die Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) auf einer Ausgabetafel zur Anzeige bringt.
19. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale der Schwenkwinkelsensoren (9V, 9H) direkt auf einer Ausgabetafel zur Anzeige gebracht sind.
20. Allrad-Lenkungssteuerung nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Drehung der Fahrerkabine des Fahrzeuges um  $180^\circ$  dies der Steuereinrichtung (8) angezeigt wird und diese die Zuordnung der Radeinschlag-Lenkwinkel ( $\beta_v$ ,  $\beta_h$ ) jeweils zur Vorder- und Hinterachse entsprechend der Stellung der Fahrerkabine vornimmt. 40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

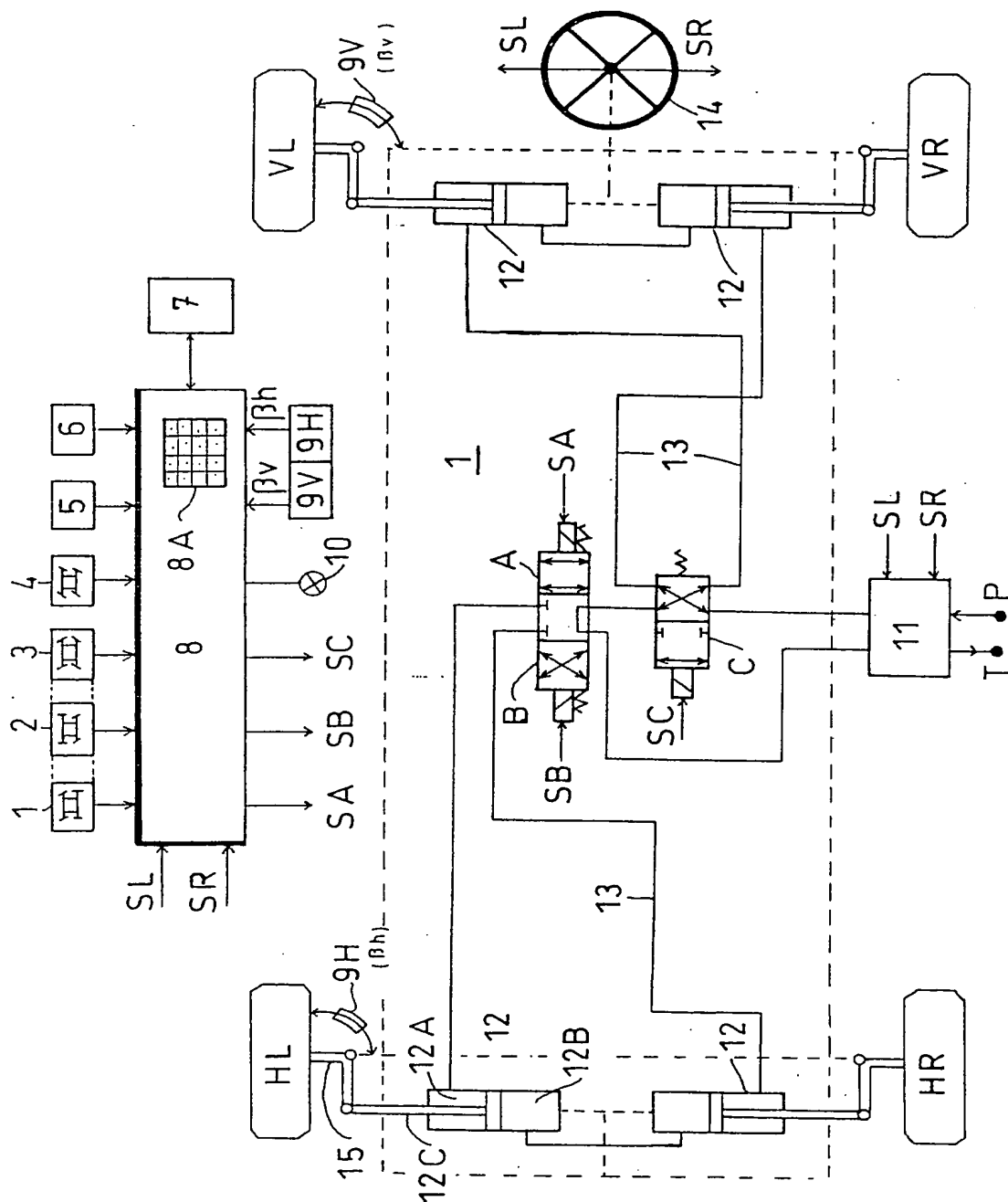


Fig.1

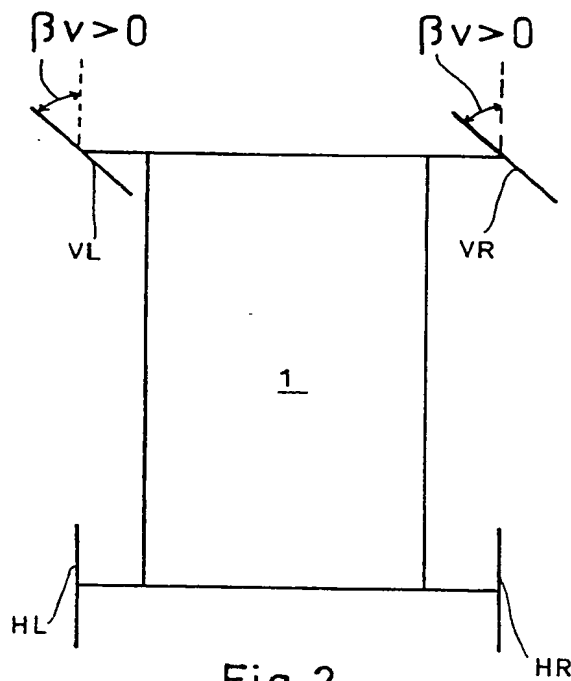


Fig. 2

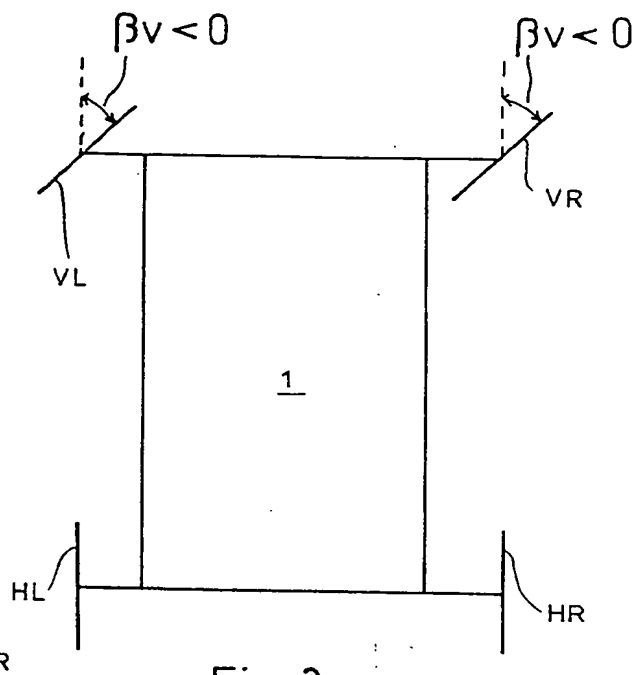


Fig. 3

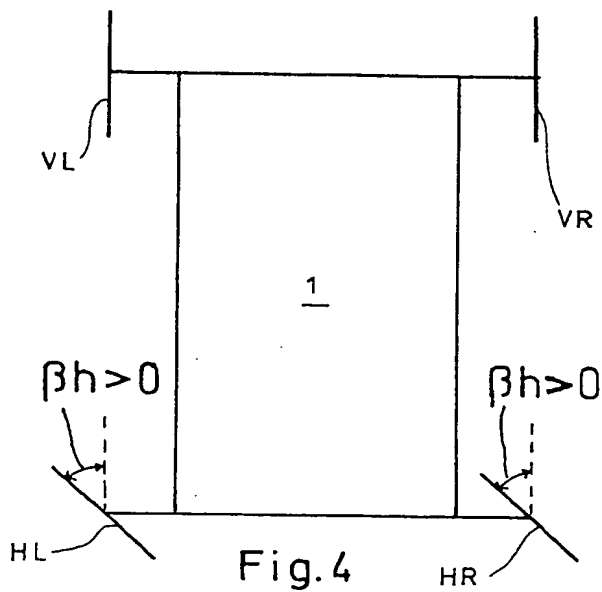


Fig. 4

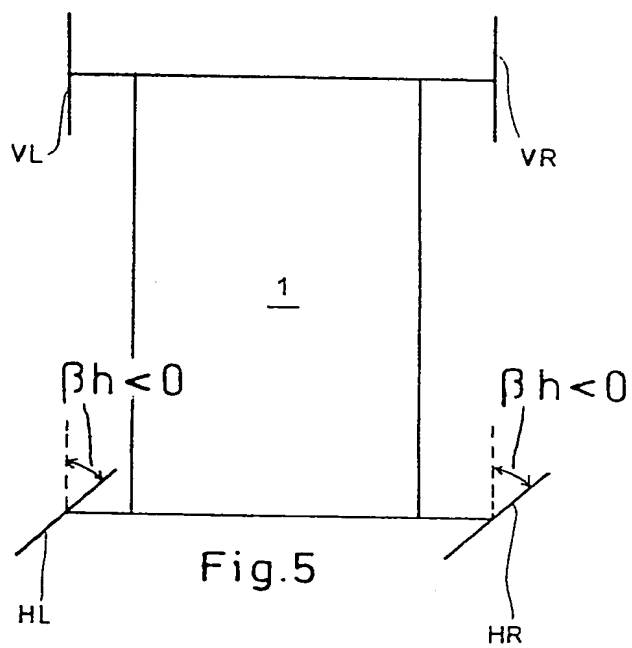


Fig. 5

